

Peningkatan Hasil Padi di Tanah Sulfat Masam melalui Kombinasi Perlakuan Lindi dan Olah Tanah

Rice Yield Improvement in Acid Sulphate Soil through Combination of Leaching Treatment and Soil Tillage

Isdijanto Ar-Riza^{1*}, M. Alwi², dan Nurita¹

¹Budidaya Tanaman, Kelti. Hara dan Tanaman, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jl. Kebun Karet Loktabat Utara Banjarbaru 70712, Indonesia

²Kesuburan Tanah, Kelti. Hara dan Tanaman, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jl. Kebun Karet Loktabat Utara Banjarbaru 70712, Indonesia

Diterima 20 Januari 2015/Disetujui 2 Juli 2015

ABSTRACT

Tidal swamp lands containing acid sulphate is easily become idle land, which can be fixed by reducing oxidation process of pyrite (FeS₂). The pyrite oxidation causes disturbance on the growth and yield of rice plant. An experiment was conducted by means soil leaching in order to reduce accumulation of pyrites. The research had been conducted in Simpang Jaya village, Barito Kuala District in 2012 using a split plot design with three replications. As the main plot was leaching, and no leaching treatment, while as the subplot was soil tillage, i.e., 1) control, 2) weeds cleared without tillage, 3) soil tillage at a depth of 15 cm, and 4) soil tillage at a depth of 30 cm. The results showed that the leaching treatment combined with tillage at a depth of 15 cm or 30 cm increased the number of rice tillers, shoot dry weight, and number of panicles per hill, and number of seeds per hill, thus the leaching treatment was able to increase rice production.

Keywords: acid sulphate, leaching, pyrite, tidal swamp land

ABSTRAK

Lahan rawa pasang surut sulfat masam terdegradasi dapat dicegah menjadi lahan bongkor atau lahan tidur dengan cara menekan proses oksidasi pirit (FeS₂). Hasil oksidasi pirit menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Sebagai upaya meningkatkan produksi padi, telah dilaksanakan penelitian di Desa Simpang Jaya, Kabupaten Barito Kuala pada tahun 2012. Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan percobaan petak terpisah, tiga ulangan. Sebagai petak utama adalah perlakuan lindi, dan tanpa lindi, sedangkan anak petak adalah cara olah tanah, yaitu: 1) kontrol, 2) gulma dibersihkan tanpa olah tanah (TOT), 3) olah tanah sedalam 15 cm, dan 4) olah tanah sedalam 30 cm. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan lindi yang dikombinasikan dengan olah tanah sedalam 15 cm dan 30 cm dapat meningkatkan jumlah anakan padi, bobot brangkas kering, jumlah malai per rumpun, dan jumlah biji per rumpun, sehingga dapat meningkatkan hasil.

Kata kunci: pelindian, pirit, rawa pasang surut, sulfat masam

PENDAHULUAN

Lahan rawa pasang surut sulfat masam yang telah mengalami degradasi sering menjadi lahan bongkor. Lahan terdegradasi tersebut bisa dihindari dengan tetap menjaga muka air tanah agar kekeringan tidak melewati lapisan pirit dengan cara mengatur pasang dan surut (Suriadikarta, 2005). Kondisi kekeringan tersebut menjadi awal dari kerusakan lahan akibat terjadi oksidasi pirit (FeS₂), oksidasi tersebut menyebabkan meningkatnya konsentrasi racun besi (Fe²⁺) dan senyawa sulfat yang mengakibatkan pemasaman tanah (Priatmadi, 2008; Alwi *et al.*, 2010; Mawardi dan

Djatkemertonegoro, 2011). Menurut Priatmadi dan Haris (2008), oksidasi yang terjadi dalam waktu yang lama akan meningkatkan kemasaman lahan. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan goyahnya kisi-kisi mineral, sehingga melarutkan logam berat seperti Al, Mn, Zn, dan Cu (Suriadikarta, 2005; Saad *et al.*, 2008).

Lahan sulfat masam dengan kondisi yang demikian bisa diperbaiki dengan perlakuan lindi, untuk mengurangi konsentrasi senyawa meracun seperti Fe²⁺, SO₄²⁻, H⁺, dan kemasaman tanah (Noor *et al.*, 2008; Alwi *et al.*, 2010). Senyawa Fe²⁺ dikenal sebagai racun besi yang dapat menyebabkan turunnya hasil padi 30-100%, tergantung tingkat keracunan dan kesuburan tanahnya (Majerus *et al.*, 2007; Khairullah *et al.*, 2011a).

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: arrizariza@gmail.com

Produksi padi pada lahan pasang surut sulfat masam yang tidak terdegradasi yang diberi pupuk lengkap ($90 \text{ kg N ha}^{-1} + 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} + 50 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$) + 1 ton kapur ha^{-1} , memberikan hasil 4.5-5.0 ton ha^{-1} (Khairullah *et al.*, 2011b), sedangkan pada lahan yang terdegradasi hasilnya 0.4-1 ton ha^{-1} .

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan lindi yang dikombinasikan dengan cara olah tanah terhadap pertumbuhan dan hasil padi. Olah tanah pada kombinasi ini dimaksudkan untuk mempercepat keluarnya senyawa meracun pada lapisan olah, sehingga mudah dibuang/dikurangi konsentrasinya dengan perlakuan lindi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada lahan rawa pasang surut sulfat masam terdegradasi yang telah bongkor di Desa Simpang Jaya, Kalimantan Selatan pada Juli 2012-Maret 2013. Lokasi penelitian mempunyai kandungan C-Org 10.4%, N 0.34%, P_2O_5 46.41 ppm, K 40 mg 100 g^{-1} dan Fe^{2+} 95.3 ppm, serta pH 3.48. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Petak Terpisah tiga ulangan, ukuran petak 5 m x 10 m. Sebagai petak utama adalah perlakuan lindi, dan tanpa lindi. Anak petak adalah cara olah tanah: 1) kontrol, 2) gulma dibersihkan tanpa olah tanah (TOT), 3) olah tanah sedalam 15 cm, dan 4) olah tanah sedalam 30 cm. Kontrol adalah lahan dibiarkan pada kondisi alami, rumput dibiarkan tumbuh selama perlakuan lindi dan dibersihkan pada saat persiapan lahan untuk tanam.

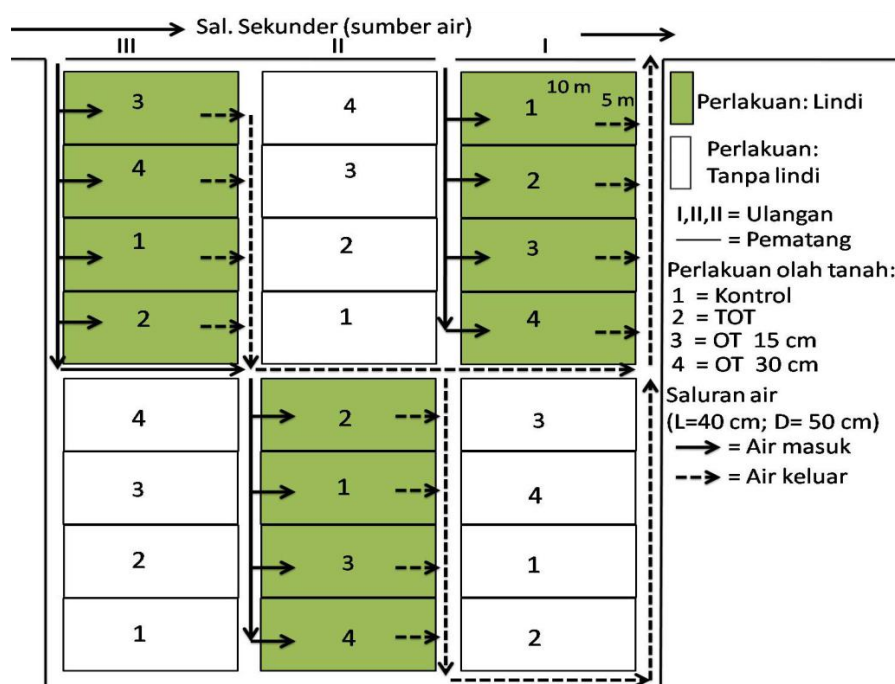
Pelindian dilakukan sebanyak enam kali sesuai hasil penelitian pendahuluan, dengan selang pemberian 10 hari. Pelindian pertama yaitu pada tanggal 6 Agustus 2012. Pada setiap pelindian, dilakukan penggenangan menggunakan air dari saluran sekunder dengan cara dipompa sampai jenuh,

yakni sampai terjadi aliran air dari pipa drainase yang dipasang 2 cm di atas permukaan tanah selama 5 menit. Saluran air masuk dan keluar (dalam 50 cm dan lebar 40 cm) dibuat terpisah seperti pada Gambar 1. Penanaman padi varietas Inpara 3 dilaksanakan setelah pelindian selesai, yaitu pada tanggal 4 bulan Oktober 2012 dengan cara tanam benih langsung, menggunakan jarak tanam 20 cm x 20 cm. Bahan amelioran berupa dolomit 1 ton ha^{-1} , diberikan pada 15 hari sebelum tanam. Pupuk N, P, K dengan dosis 90 kg N ha^{-1} , 45 kg $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, dan 150 kg $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$ diberikan bertahap, yakni $1/3 \text{ N} + 100\% \text{ P}_2\text{O}_5 + 50\% \text{ K}_2\text{O}$ pada 1 minggu setelah tanam (MST), dan $2/3 \text{ N} + 50\% \text{ K}_2\text{O}$ pada umur 7 MST.

Pengamatan yang dilakukan meliputi pH, kadar pirit, dan besi fero pada tanah untuk mengetahui dinamikanya selama proses pelindian. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum dan setelah pelindian, yaitu: sebelum perlakuan lindi ke-1, setelah lindi ke-1 ke-2, dan seterusnya hingga setelah pelindian ke-6. Pengamatan dilakukan pada jumlah anakan, bobot kering brangkasan tanaman, malai per rumpun, jumlah gabah isi per malai, dan hasil. Panen dilakukan pada tanggal 4 Februari 2013, atau umur 19 MST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan lindi mulai menurunkan konsentrasi S-pirit pada perlakuan lindi ke tiga dan seterusnya. Pada perlakuan lindi pertama diperoleh konsentrasi yang justru meningkat (Gambar 2). Pada cara olah tanah, terlihat bahwa pada kontrol konsentrasi S-pirit naik secara nyata (0.219 menjadi 0.354%) termasuk pada TOT (0.217 menjadi 0.311%), olah tanah 15 cm (0.241 menjadi 0.418%), maupun olah tanah 30 cm (0.243 menjadi 0.462%). Pada tanah yang diolah terjadi kenaikan S-pirit yang lebih tinggi dibandingkan



Gambar 1. Layout di lapang, perlakuan lindi dikombinsi dengan cara olah tanah

dengan kontrol maupun TOT. Hal tersebut dikarenakan terjadinya proses oksidasi yang lebih kuat pada pengolahan tanah serta oksidasi sebelumnya dalam waktu cukup lama sebelum perlakuan lindi. Semakin lama proses oksidasi, akan dihasilkan senyawa racun dan tingkat kemasaman yang semakin tinggi (Saad *et al.*, 2008).

Perlakuan lindi ke empat sampai ke enam dengan kombinasi olah tanah 15 cm menghasilkan konsentrasi S-pirit yang rendah (0.143-0.195%) yang ternyata tidak berbeda dengan olah tanah 30 cm (0.135-0.163%), namun lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol (0.204-0.216%) maupun dengan TOT (0.2012-0.217%) (Gambar 2). Hal tersebut mencerminkan bahwa perlakuan lindi pada lahan sulfat masam terdegradasi akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan olah tanah.

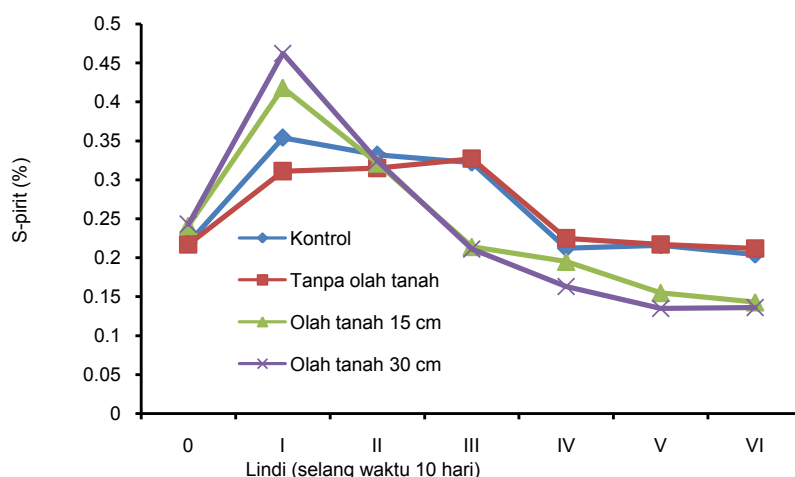
Berdasarkan analisis ragam diperoleh bahwa kombinasi perlakuan lindi dengan olah tanah dapat menurunkan konsentrasi racun besi (Fe^{2+}). Pola dinamika penurunannya serupa dengan pola yang terjadi pada S-pirit, yakni konsentrasinya meningkat pada perlakuan lindi pertama (Gambar 3). Kombinasi lindi dengan kontrol meningkatkan konsentrasi Fe^{2+} dari 95.33 ke 99.35 ppm, TOT naik 95.32 ke 97.42 ppm, olah tanah 15 cm naik 95.34 ke 100.45 ppm, olah tanah 30 cm naik 95.33 ke 112.32 ppm. Penurunan konsentrasi racun besi pada penelitian ini mulai terjadi pada

perlakuan lindi ke dua. Konsentrasi besi terendah diperoleh pada kombinasinya dengan olah tanah 30 cm (22.24 ppm) pada perlakuan lindi ke enam, namun tidak berbeda dengan olah tanah 15 cm (23.76 ppm). Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan lindi yang ke lima, yaitu olah tanah 15 cm (23.82 ppm) tidak berbeda dengan olah tanah 30 cm.

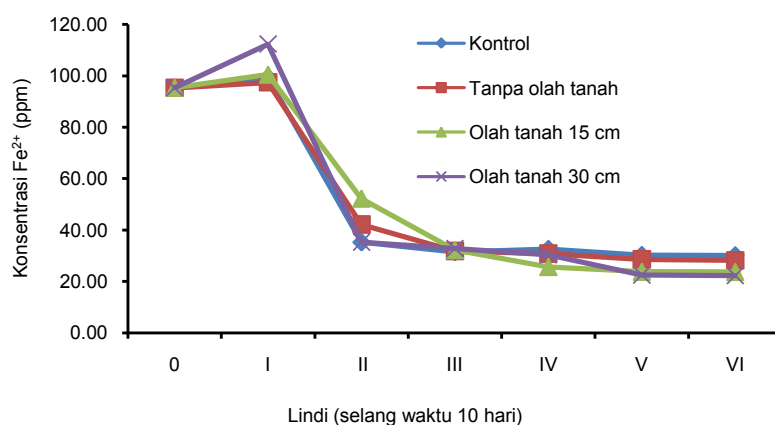
Kondisi pH tidak nyata berbeda antar perlakuan (Gambar 4). Hal tersebut diduga karena senyawa sulfat masih tinggi. Suriadikarta (2005) menyatakan bahwa masih kurangnya waktu penggenangan saat perlakuan lindi menyebabkan kandungan sulfat tinggi.

Jumlah Anakan per Rumpun

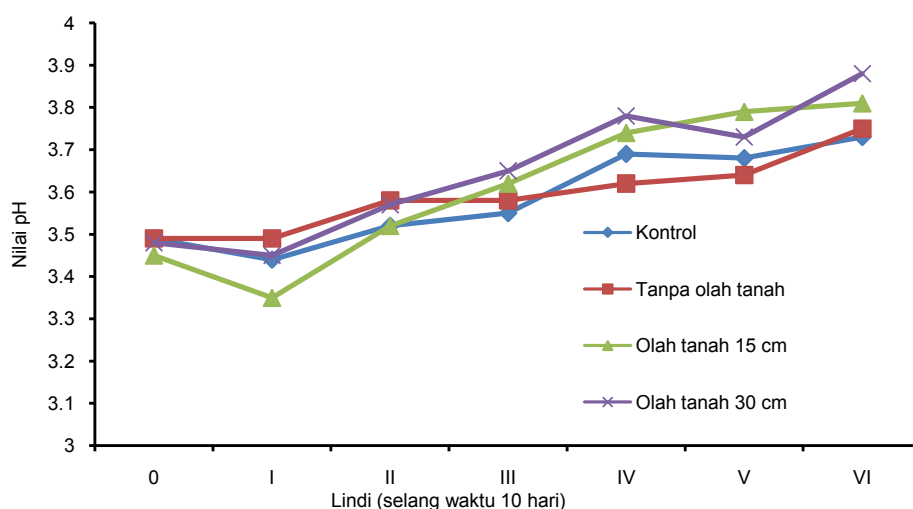
Tabel 1 memperlihatkan jumlah anakan yang meningkat dengan perlakuan lindi. Cara olah tanah (TOT) yang dikombinasikan dengan perlakuan lindi dapat memberikan jumlah anakan (11.4 anakan) yang lebih banyak dibandingkan dengan tanpa lindi (10.6 anakan). Hal tersebut karena pada perlakuan lindi dapat menurunkan senyawa meracun. Jumlah anakan padi terbanyak (14.7 anakan) ditunjukkan oleh perlakuan lindi yang dikombinasi dengan cara olah tanah sedalam 30 cm. Jumlah anakan tersebut lebih besar dibandingkan dengan olah tanah 15 cm (13.2 anakan), dan dari kontrol (9.7 anakan). Hal tersebut diduga



Gambar 2. Konsentrasi S-pirit pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah di lahan sulfat masam terdegradasi



Gambar 3. Konsentrasi Fe^{2+} pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah di lahan sulfat masam terdegradasi



Gambar 4. Status pH tanah pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah di lahan sulfat masam terdegradasi

karena pengolahan tanah dapat mempercepat oksidasi dan pengeluaran senyawa meracun pada lapisan olah, S-pirit dan Fe^{2+} terlindi sehingga konsentrasinya menurun (Gambar 2 dan 3).

Pada tanaman padi, jumlah anakan merupakan indikator keragaan tanaman (Herawati *et al.*, 2009). Meningkatnya jumlah anakan mengindikasikan kondisi lingkungan tumbuh yang baik (Buang, 2009; Utama *et al.*, 2009; Kairullah *et al.*, 2011b).

Pertumbuhan tanaman yang lebih baik juga dicerminkan oleh bobot kering brangkasan tanaman. Bobot kering brangkasan yang semakin tinggi menunjukkan semakin baik pertumbuhannya. Kombinasi perlakuan lindi dengan cara olah tanah dapat meningkatkan bobot kering brangkasan tanaman (Tabel 2). Bobot kering brangkasan terbesar diperoleh pada kombinasi perlakuan lindi dengan cara olah tanah 30 cm (62.84 g), namun tidak berbeda dengan cara olah tanah 15 cm (62.18 g). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa pengolahan tanah sedalam 15 cm telah dapat memberikan suasana mikro yang mendukung perkembangan akar, karena dapat memicu berkurangnya senyawa meracun (Gambar 4).

Jumlah Malai per Rumpun

Kombinasi perlakuan lindi dengan olah tanah berpengaruh nyata meningkatkan jumlah malai per rumpun, dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan

tanpa lindi (Tabel 3). Pola pengaruhnya serupa terhadap jumlah anakan per rumpun. Jumlah malai per rumpun yang terbanyak diperoleh pada perlakuan lindi dengan olah tanah 30 cm (16.25 malai), jumlah malai tersebut lebih banyak dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lain. Pada perlakuan lindi kombinasi dengan olah tanah 15 cm (15.29 malai), menghasilkan lebih banyak malai dibandingkan dengan TOT (12.29 malai), dan kontrol (11.12 malai).

Gabah Isi per Malai

Jumlah gabah isi per malai terbanyak diperoleh pada perlakuan lindi yang dikombinasi dengan cara olah tanah 30 cm (119.21 gabah), namun tidak berbeda dengan olah tanah 15 cm (115.10 gabah) (Tabel 4). Jumlah gabah terbanyak yang diperoleh ini belum maksimal jika ditinjau dari potensi yang sebenarnya (150-200 gabah). Kondisi tersebut karena agihan hara yang rendah menyebabkan keragaan pertumbuhan tanaman tidak seragam (heterogen), dan kemasaman tanah masih tinggi. Menurut Hokim (2009), jumlah dan kualitas biji padi dipengaruhi oleh kondisi fisika kimia lingkungan.

Tanaman pada perlakuan olah tanah TOT maupun kontrol yang dikombinasikan dengan perlakuan lindi memperagakan jumlah gabah isi per malai yang tidak berbeda dengan tanpa lindi (Tabel 4). Hal tersebut membuktikan bahwa tanpa pengolahan tanah, pencucian senyawa racun hasil oksidasi lebih lambat.

Tabel 1. Jumlah anakan padi umur satu bulan pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah pada lahan sulfat masam terdegradasi di Simpang Jaya MK 2012-MH 2012/2013

Perlakuan lindi	Cara olah tanah				Rerata
	Kontrol	TOT	Olah tanah (15 cm)	Olah tanah (30 cm)	
Tanpa lindi	9.0a	10.6b	11.8c	13.5d	11.2
Lindi	9.7a	11.4c	13.2d	14.7e	12.3
Rerata	9.4	11.0	12.5	14.1	11.8

Keterangan: Angka yang diikuti huruf beda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada BNT 0.05

Tabel 2. Bobot brangkasan kering pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah pada lahan sulfat masam terdegradasi di Simpang Jaya MK 2012-MH 2012/2013

Perlakuan lindi	Cara olah tanah				Rerata
	Kontrol	TOT	Olah tanah (15 cm)	Olah tanah (30 cm)	
	------(g)-----				
Tanpa lindi	50.0a	50.0a	52.1a	56.9b	52.3a
Lindi	50.2a	50.3a	62.2c	62.8c	56.4b
Rerata	50.1a	50.2a	57.2b	59.9b	54.3

Keterangan: Angka yang diikuti huruf beda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada BNT 0.05

Tabel 3. Jumlah malai per rumpun pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah pada lahan sulfat masam terdegradasi di Simpang Jaya MK 2012 –MH 2012/2013

Perlakuan lindi	Cara olah tanah				Rerata
	Kontrol	TOT	Olah tanah (15 cm)	Olah tanah (30 cm)	
Tanpa lindi	11.1a	11.4a	13.8c	14.2c	12.6
Lindi	11.0a	12.3b	15.3d	16.3e	13.7
Rerata	11.0	11.9	14.6	15.3	13.2

Keterangan: Angka yang diikuti huruf beda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada BNT 0.05

Hasil

Perlakuan lindi yang dikombinasikan dengan cara olah tanah meningkatkan hasil padi pada lahan sulfat masam terdegradasi (Tabel 5). Hasil tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan lindi dengan olah tanah 30 cm (3.42 ton ha^{-1}), tetapi tidak berbeda dengan hasil pada olah tanah 15 cm (3.28 ton ha^{-1}). Fenomena ini menunjukkan

bahwa pengolahan tanah sedalam 15 cm sudah cukup membuat kondisi mikro yang lebih baik pada rizhosper, karena dengan berkurangnya senyawa meracun dapat memicu perkembangan sistem perakaran dan pertumbuhan tanaman. Perlakuan lindi terutama yang dikombinasikan dengan pengolahan tanah, menghasilkan gabah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa lindi, hasil yang lebih tinggi tersebut karena didukung oleh kondisi pertumbuhan fase vegetatif dan generatif yang lebih baik.

Tabel 4. Jumlah gabah isi per malai pada perlakuan lindi dikombinasi dengan cara olah tanah pada lahan sulfat masam terdegradasi di Simpang Jaya MK 2012-MH2012/2013

Perlakuan lindi	Cara olah tanah				Rerata
	Kontrol	TOT	Olah tanah (15 cm)	Olah tanah (30 cm)	
Tanpa lindi	87.2a	88.3a	92.0a	97.6b	91.3
Lindi	89.2a	89.8a	115.1d	119.2d	103.3
Rerata	88.2	89.1	103.6	108.4	97.3

Keterangan: Angka yang diikuti huruf beda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada BNT 0.05

Tabel 5. Hasil gabah kering (ton ha^{-1}) pada perlakuan lindi dikombinasikan dengan cara olah tanah pada lahan sulfat masam terdegradasi di Simpang Jaya MK 2012-MH 2012/2013

Perlakuan lindi	Cara olah tanah				Rerata
	Kontrol	TOT	Olah tanah (15 cm)	Olah tanah (30 cm)	
Tanpa lindi	1.6a	1.8a	2.2b	2.3b	1.9
Lindi	2.3b	2.3b	3.3d	3.4d	2.8
Rerata	2.0	2.1	2.8	2.9	2.4

Keterangan: Angka yang diikuti huruf beda pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata pada BNT 0.05

KESIMPULAN

Hasil padi pada lahan sulfat masam terdegradasi di lahan pasang surut dapat ditingkatkan melalui kombinasi perlakuan lindi dengan olah tanah. Pengolahan tanah sedalam 15 cm, memberikan pengaruh yang sama baiknya dengan kedalaman 30 cm. Pertumbuhan dan hasil padi dapat meningkat, akibat menurunnya konsentrasi senyawa meracun dalam tanah, terutama racun besi dan S-pirit melalui proses pelindian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M., S. Sabiham, S. Anwar, Suwarno, Achmadi. 2010. Pelindian tanah Belandean Kalimantan Selatan pada beberapa kondisi potensial redok menggunakan sumber air insitu. J. Tanah dan Iklim 32:83-94.
- Buang, A. 2009. Progress of rice improvement through recurrent selection. J. Agron. Indonesia 37:188-193.
- Herawati, R., B.S. Purwoko, I.S. Dewi. 2009. Keragaman genetik dan karakter agronomi galur haploid ganda padi gogo dengan sifat-sifat tipe baru hasil kultur antera. J. Agron. Indonesia 37:87-94.
- Khairullah, I., D. Indradewa, P. Yudono, A. Maaz. 2011a. Pertumbuhan dan hasil tiga varietas padi pada perlakuan kompos jerami dan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) di tanah sulfat masam yang berpotensi keracunan besi. J. Agroscentiae 18:108-115.
- Khairullah, I., L. Indrawati, A. Haerani, A. Susilawati. 2011b. Pengaturan waktu tanam padi di lahan rawa pasang surut sulfat masam potensial tipe B. J. Tanah dan Iklim. Edisi Khusus Rawa:13-23.
- Hokim, K. 2009. Grain quality improvement in japonica rice: Achievement and prospects. J. Agron. Indonesia 37:183-187.
- Majerus, V., P. Bertin, S. Lutts. 2007. Effects of iron toxicity on osmotic potential, osmolytes and polyamines concentrations in African rice (*Oryza glaberrima* Steud). Plant Science 173:96-105.
- Mawardi, B. Djatmokertonegoro. 2011. Deskripsi beberapa unsur hara pada lapisan olah di tanah sulfat masam Belandean dengan durasi penggunaan lahan yang berbeda. J. Tanah dan Iklim. Edisi Khusus Rawa:79-87.
- Noor, M., A. Maas, T. Notohadikusumo. 2008. Pengaruh pengeringan dan pembasahan terhadap sifat kimia tanah sulfat masam Kalimantan. J. Tanah dan Iklim 27:33-44.
- Priatmadi, B.J. 2008. Pengaruh pencucian tanah sulfat masam terhadap sifat kimia tanah. J. Agroscentiae 14:88-95.
- Priatmadi, B.J., A. Haris. 2008. Reaksi pemasaman senyawa pirit pada tanah rawa pasang surut. J. Tanah Trop. 14:19-24.
- Saad, A., Y. Achnopa, H.I. Mohammad. 2008. Penerapan teknologi perbaikan lahan sulfat masam pada lahan sawah seluas 100 hektar di Desa Pematang Mayan Rantau Makmur Kabupaten Tanjung Jabung Timur, Jambi. J. Pengabdian Masyarakat 46:46-54.
- Suriadikarta, D.A. 2005. Pengelolaan lahan sulfat masam untuk usaha pertanian. J. Litbang Pertanian 24:36-45.
- Utama, M.Z.M., W. Haryoko, R. Munir, Sunardi. 2009. Penapisan varietas padi toleran salinitas pada lahan rawa di Kabupaten Pesisir Selatan. J. Agron. Indonesia 37:100-106.